



TITLE:

# 有性生殖におけるESS(集団生物学の理論的研究,研究会報告)

AUTHOR(S):

松田, 博嗣

---

CITATION:

松田, 博嗣. 有性生殖におけるESS(集団生物学の理論的研究,研究会報告). 物性研究 1983, 40(1): 139-141

ISSUE DATE:

1983-04-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/90873>

RIGHT:

$P_{N-1}^{\pm} = \frac{1}{2} \pm Q_{N-1}$  となる。最後に以上の取扱いを 2 次元へ拡張する。この場合(1)に対応する漸化式は

$$W(\vec{m}, N) = \int_0^{2\pi} P_{N-1}(\vec{m} | \vec{m} - \vec{1}) W(\vec{m} - \vec{1}, N-1) d\theta / 2\pi, \quad (\vec{1} = (\cos\theta, \sin\theta)) \quad (7)$$

で(図 1 参照),  $P_{N-1}$  の規格化条件は  $\int_0^{2\pi} P_{N-1}(\vec{m} + \vec{1} | \vec{m}) d\theta / 2\pi = 1$  となる(止っている場合は考えていない)。

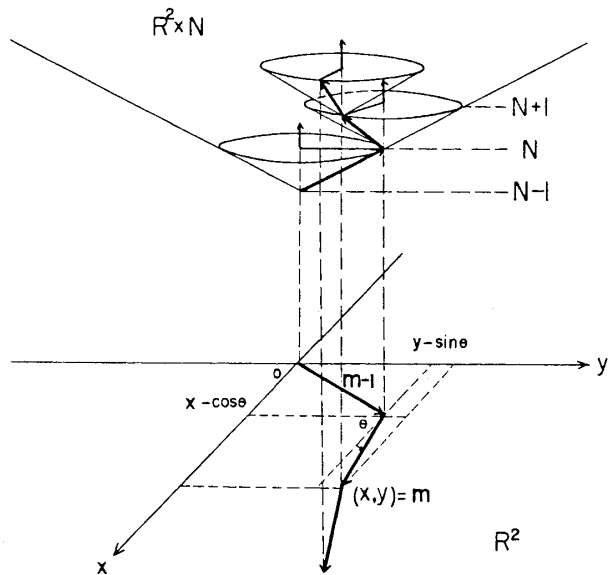


図 1

(2)に対応するモデルとしては、図から分かる様に一軸上に配列した回転子の問題を扱った Work-Fujita のモデル<sup>9)</sup>を適用することが出来る。又(5)に相当する  $P_N(\vec{m} | \vec{m} - \vec{1})$  の分岐は、動径方向だけに依存する記憶を考慮することで議論出来る。現在具体的な応用としては ゴーリムシの他アメーバの運動<sup>10)</sup>も考えているところである。

#### 参考文献

- 1) 中岡, 豊玉: 生物物理 **20** (1980), 335.
- 2) T. Kawakubo and Y. Tsuchiya: J. Protozool. **28** (3) (1981) 342.
- 3) Y. Tsuchiya and T. Kawakubo: J. Protozool. **28** (4) (1981) 467.
- 4) J. V. Houten and J. V. Houten: J. Theor. Biol. **98** (1982) 453.
- 5) 原: 物性研究 **33** No. 5 E28 (1980), **35** No. 6 F5 (1981).
- 6) R. J. Glauber, J. Math. P. **4** (1963) 294.
- 7) M. J. Feigenbaum: J. Stat. Phys. **19** (1978), **25**, **21** (1979) 669.
- 8) 津田: 物性研究 **35** No. 5 (1981) 257.
- 9) R. N. Work and S. Fujita: J. Chem. Phys. **45** (1966) 3779.
- 10) R. L. Hall: J. Math. Biol. **4** (1977), 327.

#### 有性生殖における E S S

親が産む子の性比(産み分け)とか、養育に費される労力の子の性による割合(育て分け)のような有性生殖における量的形質が遺伝的に定まっていると仮定すると、安定に種に固定して見られる形質値はどのように定まっているのであろうか。これに対してESS(進化的安定戦略)の考え方がある。量的形質を個体の適応戦略であると見做し、野生型と異なる戦略をとる変異型個体が少数集団中に現われても、それは究極的には集団において絶滅する筈である場合、当該野生型は当該変異に対してESSであると言う。ある形質値が安定に種に固定して見られるのは、それがESSである故と考えるのである。

一般に、形質値が $x^*$ なる個体によって占められる集団が、形質値 $x = x^* + \delta x$ なる変異に対してESSであるための条件を求めよう。 $w_{\sigma\sigma'}(x)$  ( $\sigma, \sigma' \in \{+, -\}$ ,  $+$ はオス,  $-$ はメスを表わす)を $\sigma'$ 性の1変異成体当りの次世代の $\sigma$ 性の子成体の平均数であるとする。次に、 $r_{\sigma\sigma'}$ を $\sigma'$ 性の変異体の $\sigma$ 性の子が変異体である確率とする(2倍体生物の場合、変異体の子は必ずしも変異体とは限らない。)ただし、 $r_{\sigma\sigma'}$ は $x$ によらず、変異体の形質値はすべて $x$ であると仮定する。 $\lambda(x)$ を行列 $\{w_{\sigma\sigma'}(x)r_{\sigma\sigma'}\}$ の最大固有値とすると、 $\lambda(x) < \lambda(x^*)$  ( $x \neq x^*$ )が形質値 $x^*$ がESSであるための必要十分条件である。野生型のオス・メス成体当りの平均配偶者数はオス・メス成体数に逆比例することを用いると、一般に、微小変化 $\delta x$ に対し

$$\delta \log \lambda = \sum_{\sigma, \sigma'} r_{\sigma\sigma'} p_{\sigma} \delta (\log w_{\sigma\sigma'}(x)) \quad (p_{\sigma} \equiv r_{\sigma-\sigma} / (r_{+-} + r_{-+}))$$

となることが証明される。かくて、ESSの必要条件は $\delta \log \lambda = 0$ より求められる。

性決定がXY方式である種において、形質発現遺伝子は常染色体上にあり、変異型は優性であるときは、異系交配の仮定の下で、 $r_{\sigma\sigma'} = \frac{1}{2}$  ( $\sigma, \sigma' \in \{+, -\}$ )であり、上式よりESSの産み分け性比は1:1であることが簡単に導かれる。これに対し、オスは1倍体、メスは2倍体である膜翅目昆虫では、性比がqueenの産み分けのみで定まるとすると、やはり1:1がESSであり、workerの育て分けのみで定まるとすると、Triversらと同様にオス・メス1:3の性比が導かれる。所で、queenの産み分け、workerの育て分け両者が性比に利くとなると、そのESSは如何なるものであろうか。いま、 $x_{\sigma}, y_{\sigma}$ をそれぞれ $\sigma$ 性を産む割合、育てる割合とすると、 $\alpha_{\sigma}$ を $\sigma$ 性の養育コストとして、 $z_{\sigma} \equiv y_{\sigma} / (\alpha_{\sigma} x_{\sigma})$ は、 $z_{\sigma}$ の関数 $F(z_{\sigma})$ が $\sigma$ 性の子が成体まで育つ確率を与えるような有効養育量と考えることが出来る。 $F(z)$ として、 $0 < F(z) < 1$ ,  $F'(z) > 0$ ,  $(zF'(z)/F(z))' < 0$ を仮定すると、ESSにおいて次の5不等式は複号同順で等価となる。(i)  $3\alpha_+ \leq \alpha_-$ , (ii)  $x_+^* \geq x_-^*$ , (iii)  $3y_+^* \leq y_-^*$ , (iv)  $z_+^* \geq z_-^*$ , (v)  $x_+^* F(z_+^*) \geq x_-^* F(z_-^*)$ 。

ここで、(ii), (v)の両辺はそれぞれ幼生と成体におけるオス・メスの割合である。この結果

は、多数生まれる性の方が成体の数でも多く、メスの養育コストがオスの3倍より少ないときはメスの方が多く生まれ、3倍より大きいときはオスの方が多く生まれることを示す。実測によるこの結果の検証が待たれる。

なお、この講演は山村則男(佐賀医大)との共同研究の報告である。

## 利他的行動におけるESS

九大・理・生物 田 町 信 雄

生物の社会を見ると、そこには利他的な行動が多く見出される。利他的行動(利他主義)とは、生物個体が自らの適応度を低下させて、他個体の適応度を高める行動と定義される。このような行動様式が自然選択の働く中でどうして進化し得たかという問題は、社会生物学上の重要課題のひとつであり、多くの研究者によってとりあげられてきた。

現在われわれは、連続分布する種集団における利他主義進化について、格子モデルの計算機シミュレーションによって研究を進めている。

[モデル]

連続分布集団のモデルとして、1次元トーラス格子を考える。その各格子点は、たかだか1個のrepliconによって占められるものとする。Repliconのタイプには+と-の2通りがあり、従って格子点の状態としては、+、-、0(repliconの存在しない空の状態)、の3通りが可能である。

シミュレーションにおいてはextinction, invasionという2過程を交互にくりかえす。Extinctionではrepliconの死亡がおこり、repliconの死んだ格子点は0状態となる。Invasionでは0状態の格子点に最隣接格子点に存在するrepliconの子が侵入する。侵入能力に関しては、+-間に差はない。Extinctionにおける第*i*番目の格子点のrepliconの生存確率は、

$$V_i = S_{\sigma_i} \sqrt{w_{\sigma_{i+1}} \cdot w_{\sigma_i-1}} \quad (\sigma_i \in \{+, -\}, \sigma_{i\pm 1} \in \{+, -, 0\}) \quad (1)$$

であらわされる。 $S_{\sigma_i}$ はreplicon固有の生存確率、 $w_{\sigma_{i\pm 1}}$ は両隣の格子点からの効果であって、それぞれ当該格子点の状態 $\sigma_i$ ,  $\sigma_{i\pm 1}$ で定まるパラメータである。

以上のモデルの計算機シミュレーションによって、+ repliconの固定確率を求め、以下の結論を得た。